

A1

**DEMANDE
DE BREVET D'INVENTION**

⑫

N° 81 01557

⑤④ Instrument pour la mesure optique des paramètres des lentilles de contact souples.

⑤① Classification internationale (Int. Cl.³). G 01 M 11/02; G 01 B 11/00; G 02 B 27/00
// G 02 C 7/04.

②② Date de dépôt..... 28 janvier 1981.

③③ ③② ③① Priorité revendiquée : EUA, 4 février 1980, n° 118 274.

④① Date de la mise à la disposition du
public de la demande..... B.O.P.I. — « Listes » n° 32 du 7-8-1981.

⑦① Déposant : AMERICAN OPTICAL CORPORATION, société organisée selon les lois de l'Etat du
Delaware, résidant aux EUA.

⑦② Invention de : C. Hermas Swope.

⑦③ Titulaire : *Idem* ⑦①

⑦④ Mandataire : Cabinet Sauvage,
62, cours de Vincennes, 75012 Paris.

-1-

La présente invention concerne, d'une manière générale, un instrument pour la mesure des paramètres des lentilles de contact et, plus particulièrement, un instrument permettant d'effectuer des mesures précises tandis que les lentilles de
5 contact sont immergées dans une solution d'indice de réfraction connu, par exemple, dans du sérum physiologique.

Les fabricants de lentilles de contact souples, ainsi que les médecins qui prescrivent de telles lentilles, se heurtent à l'impossibilité actuelle de déterminer précisément les
10 paramètres essentiels des lentilles de contact souples après hydratation. Jusqu'ici, dans l'industrie, on a déterminé les paramètres de la plupart des lentilles de contact souples tandis que la lentille était à l'état "dur" ou non-hydraté. Les valeurs ainsi déterminées sont ensuite transformées en "paramètres prévus" reposant sur les modifications calculées qui
15 se produisent au cours de l'hydratation. A l'état dur, la lentille de contact peut être mesurée en utilisant les instruments classiques conçus pour la mesure des lentille de contact rigides.

20 La détermination des paramètres d'une lentille de contact souple à partir de mesures faites tandis qu'elle est à l'état non-hydraté ou "dur" présente de nombreux inconvénients. La plupart de ceux-ci résultent de variations imprévisibles et incohérentes entre les lentilles lorsqu'elles s'hydratent.
25 Du fait que les lentilles de contact souples perdent rapidement leur eau d'hydratation et qu'elles sont extrêmement flexibles et susceptibles de se déformer à l'état hydraté, on ne peut pas utiliser des instruments servant à la mesure des lentilles de contact rigides pour déterminer avec précision les
30 paramètres d'une lentille de contact souple hydratée. Par exemple, les indicateurs à cadran qui sont normalement utilisés pour déterminer l'épaisseur d'une lentille de contact rigide ou d'une lentille de contact souple non-hydratée compriment les lentilles de contact souples hydratées en donnant
35 des résultats inexacts. Il convient également de noter que l'indice de réfraction change avec la teneur en eau et que les mesures de puissance sont inexactes et non-reproductibles à moins que la lentille souple soit immergée.

Il existe quelques dispositifs permettant de se rappro-

cher des paramètres des lentilles de contact souples hydratées mais leur efficacité dépend largement du savoir-faire de l'opérateur, de son aptitude à extrapoler et de la supposition que les focomètres ordinaires peuvent mesurer avec précision la puissance d'une lentille immergée.

Comme l'explique L. Wray dans un article publié dans the Ophthalmic Optician, 1 avril 1972, pages 256, 261-264 et du 15 avril 1972, pages 301-304 et 309-311, la formule relativement simple de la puissance frontale (avant et arrière) utilisée pour les interfaces air-lentille ne donne pas la précision voulue pour la puissance frontale calculée d'une lentille immergée. L'épaisseur de la lentille et la puissance de chacune des surfaces constituent des facteurs essentiels pour la mesure précise des lentilles de contact hydratées immergées.

Si l'on ne dispose pas de valeurs précises pour ces facteurs, le calcul de la puissance peut être entaché d'une erreur supérieure à 0,5 dioptrie. Les difficultés d'obtention de valeurs précises pour l'épaisseur, les rayons et la puissance sont également évoquées dans cet article.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 804 523 décrit un radiuscope classique pour la mesure de l'épaisseur de lentilles de contact hydrophiles utilisant un support spécial pour la lentille. Les lentilles ne sont pas immergées pendant la mesure.

Le brevet des Etats-Unis d'Amérique n° 3 985 445 concerne un instrument optique adapté à mesurer la puissance d'une lentille de contact hydrophile immergée. La puissance de la lentille est déterminée par une échelle montrant la position d'une cible projetée le long de l'axe optique à travers la lentille vers un plan de référence dans un système d'observation.

Ce brevet enseigne un calcul erroné de la puissance de la lentille utilisant la même formule que celle que l'on emploie pour calculer la puissance d'une lentille lorsque la lentille est dans l'air. Comme indiqué plus haut, l'épaisseur de la lentille et le rayon de la surface antérieure sont nécessaires pour déterminer avec précision la puissance d'une lentille lorsque la lentille est mesurée à l'état immergé dans un liquide.

La présente invention a pour objet d'apporter un dispositif qui permet de mesurer avec précision les paramètres d'une lentille de contact souple hydratée, à l'état immergé.

5 Elle a encore pour objectif de remédier aux inconvénients des dispositifs antérieurement connus.

Elle se propose enfin d'apporter un dispositif simple pour la mesure précise de la puissance frontale arrière, de l'épaisseur et du rayon postérieur de lentilles de contact
10 souples hydratées.

Ces buts sont atteints par l'invention en ce sens qu'elle apporte un système optique comprenant une source adaptée à projeter un faisceau collimaté de lumière parallèle à l'axe optique du système et espacé de ce dernier. Dans un mode de fonctionnement de l'appareil, la lumière passe à travers une lentille de contact souple et le faisceau est renvoyé par un rétro-
15 réflecteur au travers de la lentille sur le côté opposé de l'axe optique. Un détecteur détermine le moment de l'intersection entre le faisceau et la ligne médiane d'instrument au point de réflexion. La comparaison de la distance comprise
20 entre la lentille et le réflecteur et d'une distance de référence donne une approximation de la puissance frontale arrière.

Dans un autre mode de fonctionnement, on peut mesurer l'épaisseur de la lentille et la hauteur sagittale. Une
25 lentille positive est disposée sur la ligne médiane entre la source et la lentille de contact. La distance entre les intersections respectives du faisceau et de la ligne médiane telles que déterminées par réflexion, aux surfaces antérieure et postérieure de la lentille, est égale à l'épaisseur apparente.
30 La hauteur sagittale est mesurée en comparant d'une manière similaire la distance entre les points de réflexion depuis la surface postérieure et le support de lentille. On peut calculer le rayon postérieur à partir de la hauteur sagittale
35 lorsque le diamètre du support de lentille est connu. Ces valeurs, combinées avec l'approximation de la puissance de la lentille, sont utilisées pour calculer la puissance réelle, l'épaisseur réelle, et le rayon postérieur de la lentille de contact.

On peut modifier un microscope pour fournir une source
ommode de nombreux composants du système et permettre en ou-
tre la mesure du diamètre de la lentille par comparaison avec
un réticule de mesure placé dans le plan focal de l'oculaire.

5 L'invention est décrite ci-après en référence aux dessins
annexés dans lesquels :

- la figure 1 est une vue en plan latéral, partiellement
en coupe, d'une forme d'exécution de l'invention ;

10 - la figure 2 est un schéma optique d'une forme d'exécu-
tion préférée du mode de mesure de puissance selon l'invention ;

- la figure 3 est un schéma optique d'une forme d'exécu-
tion préférée du mode de mesure de l'épaisseur et de la hauteur
sagittale selon l'invention ;

15 - la figure 4 est un schéma optique montrant l'effet du
mouvement du miroir ;

- les figures 4a, 4b et 4c montrent trois conditions
dans le plan de l'ouverture ; et

20 - la figure 5 est un schéma optique d'une forme d'exécu-
tion préférée de mesure du diamètre et du centrage d'une len-
tille.

Si l'on se réfère à la figure 1 on voit une colonne 1
de microscope comportant un porte-objectif 2 dépendant d'une
timonerie de mise au point 3 ; une tourelle 4 est montée rota-
tive sur le porte-objectif 2 et supporte l'objectif 5. Une
25 ouverture 6 pratiquée dans la tourelle 4 peut être disposée
sélectivement sur la ligne médiane d'instrument pour permet-
tre à la lumière de passer au travers du porte-objectif 2 et
de la tourelle 4 sans modification. Un viseur d'ouverture 7
est monté sur la colonne 1 au-dessus du porte-objectif 2.

30 Un bouton 8 est déplaçable dans une fente 9 pour amener l'en-
semble optique du viseur 7 sur, et l'enlever de, la ligne mé-
diane d'instrument. Un corps 10 est monté au-dessus du viseur
7 et supporte un oculaire 11. Un tube court 12 offre un passa-
ge optique depuis le corps 10 jusqu'au sommet 13 du bâti 14.

35 Une extension 15 réunit le support 16 à la timonerie de
mise au point 3. Un pied de miroir 17 est réuni par un file-
tage au support 16 et se déplace unitairement avec l'objectif
5. La platine 18 est pourvue d'un objectif à fort grossissement

-5-

19 supporté par des bras de soutien 20. Le soufflet 21 fournit un écran à la lumière entre l'objectif à fort grossissement 19 et le pied du miroir 17. Un suiveur de came 22 se projette à partir de l'extension 15 et vient en contact avec une
5 came 23 montée sur l'axe 24 d'un moteur pas à pas 25. On peut remplacer le mécanisme de mise au point simplifié illustré par le suiveur de came 22 et la came 23 par tout mécanisme de mise au point classique. De même, le mécanisme de mise au point pourrait être actionné manuellement, de manière classique, au lieu d'être entraîné par le moteur pas à pas 25.
10

Si l'on se réfère à la figure 2, on voit que la lumière provenant du laser 26 est dirigée par les miroirs plans M_1 et M_2 en direction d'une lentille de contact 27 devant être examinée. La lumière provenant de M_2 est dirigée vers la lentille 27 et suit une voie 28 qui est parallèle à la ligne médiane d'instrument 29 et écartée de cette dernière. Le support III de la lentille de contact comprend un couvercle 30 et un porte-lentille 31. Le support de lentille de contact III est destiné à supporter la lentille de contact 27 dans un milieu
20 liquide (non représenté) tel qu'une solution de sérum physiologique. Un support susceptible d'être utilisé est décrit dans la demande de brevet des Etats-Unis n° 091 317 déposée le 5 novembre 1979. Après réfraction par la lentille de contact 27, la lumière est déviée en direction de la ligne médiane 29 par
25 l'objectif à fort grossissement 19. L'objectif à fort grossissement 19 comprend un doublet I plan-convexe et un singlet II convexe-plan. Le miroir plan M_3 peut être déplacé sélectivement le long de la ligne médiane d'instrument 29 et rétro-réfléchit la lumière à travers l'objectif à fort grossissement 19 et du
30 support de lentille de contact III renfermant la lentille de contact 27. A partir du support de lentille de contact III, la lumière passe le long de la voie 32 qui est parallèle à la ligne médiane 29. L'écartement entre la voie lumineuse 32 et la ligne médiane 29 est le même que l'écartement entre la voie
35 lumineuse 28 et la ligne médiane 29 lorsque le miroir M_3 est disposé à l'intersection de la voie lumineuse convergente 33 avec la ligne médiane 29. Une unité de télescope 34 est composée d'un singlet IV bi-convexe positif et d'un singlet V formé d'un ménisque négatif. L'unité de télescope 34 et le divi-

seur de faisceau PS sont montés dans le corps 10 représenté dans la figure 1.

Si l'on revient à la figure 2, on voit qu'une image de la lumière reçue le long de la voie 32 est formée par l'unité de télescope 34 et déviée par les miroirs plan M_4 et M_5 en direction du plan de l'ouverture A. Lorsque l'écartement entre la ligne médiane 29 et la voie 28 est le même que l'écartement entre la ligne médiane 29 et la voie 32, la lumière passe par l'ouverture A vers un détecteur 35.

Les paramètres d'une forme d'exécution préférée pour la détermination de la puissance d'une lentille de contact hydratée sont indiqués dans le tableau 2. Dans ce tableau, les distances sont exprimées en millimètres et sont données dans l'ordre, depuis la source de lumière, à savoir le laser 26, jusqu'à l'ouverture A. Les épaisseurs des lentilles et les rayons sont également exprimés en millimètres, le signe (-) indiquant une surface dont le sommet se trouve sur le côté de la surface de lentille dirigé vers le miroir M_3 . Les indices de réfraction et les nombres d'Abbe sont exprimés en valeur absolue.

Si l'on se réfère à la figure 4, l'effet de la position du miroir M_3 sur le diamètre du faisceau et l'emplacement de la lumière réfléchie en direction de l'objectif à fort grossissement 19 est illustré par les positions M_{3a} , M_{3b} et M_{3c} du miroir. La position M_{3a} du miroir représente le cas où la voie lumineuse convergente 33 intersecte la ligne médiane d'instrument 29 dans le plan de rétro réflexion du miroir M_3 . Comme indiqué plus haut, il se produit dans ce cas un faisceau s'acheminant le long la voie lumineuse 32 qui est écartée dans la ligne médiane 29 de la même distance que la voie lumineuse 28. En conséquence, l'image 39 de la lumière est de la même taille et occupe le même emplacement que l'ouverture A comme le montre la figure 4a. Pour la position M_{3b} du miroir, la lumière s'acheminant le long de la voie 33 est réfléchie avant l'intersection avec la ligne médiane 29. Le faisceau réfléchi a un diamètre plus grand et est déplacé en direction de la ligne médiane 29 comme le montrent les pointillés 40.

TABLEAU I

| <u>Lentille ou miroir</u> | <u>Rayon</u> (R) | <u>Epaisseur</u> (T) | <u>Ecartement</u> (S) | <u>Indice de Réfraction</u> (ND) | <u>Nombre d'Abbe</u> (ν) |
|---------------------------|--|---|--|---|-----------------------------------|
| M ₁ | ∞ | | S ₁ = 17,8 | | |
| M ₂ | ∞ | | S ₂ = 137,4 | | |
| III | | | S ₃ = 164,1 | | |
| | Epaisseur du couvercle = 6,35 ND = 1,517 Distance entre le couvercle et le porte-lentille = 4,4 Epaisseur du porte-lentille = 8,3 ND = 1,517 | | | | |
| II | R ₅ = ∞ R ₄ = 64,369 | T ₃ = 2,4 | S ₄ = 29,0 S ₅ = 3,04 | ND ₃ = 1,517 | ν_3 = 64,5 |
| I | R ₃ = -18,07 R ₂ = 30,15 R ₁ = ∞ | T ₂ = 2,6 T ₁ = 1,35 | | ND ₂ = 1,517 ND ₁ = 1,7506 | ν_2 = 64,5 ν_1 = 27,8 |
| IV | R ₆ = 112,702 R ₇ = -72,305 | T ₄ = 2,5 | S ₆ = 23,45 à 36,15 S ₇ = 190,5 | ND ₄ = 1,573 | ν_4 = 57,4 |

TABLEAU I (Suite)

| <u>Lentille ou miroir</u> | <u>Rayon</u> (R) | <u>Epaisseur</u> (T) | <u>Ecartement</u> (S) | <u>Indice de</u> <u>réfraction</u> (ND) | <u>Nombre d'</u> <u>Abbe</u> (V) |
|---------------------------|--|-------------------------|---------------------------------------|---|--|
| V | R ₈ = 44,201 R ₉ = 27,735 | T ₅ = 2,4 | S ₈ = 0,26 | ND ₅ = 1,580 | ν ₅ = 41,0 |
| RS | | | S ₉ = 56,2 | | |
| | | | Epaisseur = 3,2 ND=1,517 < θ = 0, 18° | | |
| M ₄ | | | S ₁₀ = 37,6 | | |
| M ₅ | | | S ₁₁ = 55,9 | | |
| | | | S ₁₂ = 15,7 | | |

-9-

Ce cas produit une image 39' agrandie qui est déplacée par rapport à l'ouverture A comme le montre la figure 4b. De même, lorsque la réflexion se fait après l'intersection avec la ligne médiane 29, pour la position M_3c du miroir, le faisceau réfléchi a également un diamètre plus grand mais il est déplacé de la ligne médiane 29 comme le montrent les pointillés 41. Ce cas produit une image agrandie 39" qui est également écartée de l'ouverture A.

Si l'on se réfère à la figure 3, les écartements, rayons et épaisseurs qui correspondent à ceux de la figure 2 sont identifiés par des références obtenues en ajoutant 100 aux références utilisées dans cette figure 2. Les écartements, rayons et épaisseurs qui diffèrent de ceux de la figure 2 sont identifiés par des nombres successifs commençant à 121. Au lieu du miroir M_3 , les surfaces rétro réfléchissantes utilisées à la figure 3 sont constituées par la surface antérieure 36 de la lentille de contact 27, la surface postérieure 37 de cette lentille et la surface supérieure 38 du porte-lentille 31. La forme d'exécution préférée de la figure 3 comporte un objectif 5 ayant une lentille VI positive ménisque positif et une lentille VII biconvexe positive. L'objectif 5 est déplaçable sélectivement le long de la ligne médiane d'instrument 29 de manière que l'intersection de la voie lumineuse convergente 33 avec la ligne médiane 29 puissent être sélectivement disposée sur la surface antérieure 36, la surface postérieure 37 et la surface supérieure 38. La lumière rétro réfléchée provenant de chacune des surfaces passe le long de la voie 32 vers l'ouverture A et le détecteur 35 comme le montre la figure 2.

Les paramètres d'une forme d'exécution préférée de détermination de l'épaisseur et de la hauteur sagittale d'une lentille de contact hydratée sont indiqués dans le tableau II.

Pour la mise en oeuvre, on obtient une première approximation de la puissance frontale arrière (fv_1) en notant la position du miroir M_3 dans la forme de l'instrument représenté à la figure 2, lorsque le détecteur A signale un pic. Si l'on déplace le miroir M_3 manuellement, le moteur pas à pas 25 peut être remplacé par un indicateur de déplacement et, si le miroir est entraîné électriquement, on peut déterminer le nombre de pas pour atteindre le pic. On fait ensuite passer l'instrument au mode représenté à la figure 3 en tournant la tourelle

TABLEAU II

| <u>Lentille ou miroir</u> | <u>Rayon</u> (R) | <u>Epaisseur</u> (T) | <u>Ecartement</u> (S) | <u>Indice de Réfraction</u> (ND) | <u>Nombre d'Abbe</u> (V) |
|---------------------------|---|---|---|---|---------------------------------------|
| M ₁ | - | | S ₁₀₁ =17,8 | | |
| M ₂ | - | | S ₁₀₂ =137,4 | | |
| | | | S ₁₂₁ = 146,2 - S ₁₂₃ | | |
| VII | R ₁₂₅ = -19,800 R ₁₂₄ =12,840 R ₁₂₃ = 96,300 | T ₁₂₃ =3,9 T ₁₂₂ = 3,0 | | ND ₁₂₃ =1,6200 ND ₁₂₂ = 1,7506 | $\nu_{123}=60,3$ $\nu_{122}= 27,8$ |
| | | | S ₁₂₂ =9,0 | | |
| VI | R ₁₂₂ = -14,370 R ₁₂₁ = -607,600 | T ₁₂₁ = 2,0 | | ND ₁₂₁ =1,6055 | $\nu_{121}=43,9$ |
| III | | | S ₁₂₃ = 0,5 à 13,2 | | |
| | Epaisseur du couvercle=6,35 ND=1,517 Distance entre le couvercle et le porte-lentille= 4,4 Epaisseur du porte-lentille = 8,3 ND=1,517 | | | | |

TABLEAU II (Suite)

| <u>Lentille ou miroir</u> | <u>Rayon</u> (R) | <u>Epaisseur</u> (T) | <u>Ecartement</u> (S) | <u>Indice de Réfraction</u> (ND) | <u>Nombre d'Abbe</u> (V) |
|---------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| | $R_{106} = 112,702$ | | | | |
| | $R_{107} = -72,305$ | $T_{104} = 2,5$ | $S_{124} = 172,6-S_{123}$ | $ND_{104} = 1,573$ | $V_{104} = 57,4$ |
| | | | | | |
| | $R_{108} = 44,201$ | | | | |
| V | $R_{109} = 27,735$ | $T_{105} = 2,4$ | | $ND_{105} = 1,580$ | $V_{105} = 41,0$ |
| | | | $S_{108} = 0,26$ | | |
| | | | | | |
| BS | | | $S_{109} = 56,2$ | $ND-1,517$ | $\angle e = 0, 18'$ |
| | | | | | |
| M_4 | | | $S_{110} = 37,6$ | | |
| | | | | | |
| M_5 | | | $S_{111} = 55,9$ | | |
| | | | | | |
| | | | $S_{112} = 15,7$ | | |

(figure 1 pour amener l'objectif 5 sur la ligne médiane d'instrument 29. Dans ce mode de fonctionnement, on note trois pics lorsque l'objectif 5 se déplace en direction de la lentille 27. La distance sur laquelle l'objectif 5 se déplace entre les deux premiers pics représente l'épaisseur apparente (T') de la lentille et la distance sur laquelle il se déplace entre le second et le troisième pics représente la hauteur sagittale apparente (s'). Une première approximation de l'épaisseur (t_1) est obtenue grâce à la formule :

10 $t_1 = At'$, dans laquelle A est un nombre empirique. Une première approximation de la hauteur sagittale (s_1) est obtenue grâce à la formule :

$$s_1 = s' \sqrt{\frac{n - \sin^2 \theta}{1 - \sin^2 \theta}}, \text{ dans laquelle } n \text{ est l'indice}$$

de réfraction de la lentille et θ l'angle de convergence de la voie lumineuse 33'. On obtient une première approximation du rayon postérieur (r_1) grâce à la formule :

$$r_1 = \frac{(\frac{1}{2}P)^2}{Bs_1}, \text{ dans laquelle } P \text{ est le diamètre du sup-}$$

port de lentille et B est un nombre empirique.

On utilise les premières approximations de l'épaisseur (t_1), de la hauteur sagittale (s_1), du rayon postérieur (r_1) et la puissance frontale arrière (fv_1) pour obtenir des valeurs plus précises grâce aux formules suivantes, l'opération étant répétée au moins une fois :

$$f_2 = \frac{1-n}{r_1} \quad (f_2 = \text{puissance de la surface postérieure})$$

$$25 \quad f_1 = \frac{fv_1 - f_2}{(fv_1 - f_2) t_1 + \frac{1}{n}} \quad (f_1 = \text{puissance de la surface antérieure})$$

$$T = \frac{t_1 n}{1 + t_1 f_1 \left[\frac{n - n_1}{n - 1} \right]} \quad \text{EPAISSEUR}$$

$$Fv = fv + \left[1 - \frac{n-n_1}{n-1} \right] \frac{T(f_1)^2}{n}$$

PUISSANCE FRONTALE
ARRIERE.

$$S = \frac{s_1 \left[1 - \frac{f_1 T}{n} \right] \left[n-n_1 \right]}{(Fv-f_2) \left[\frac{T}{n} \right] \left[\frac{n-n_1}{n-1} \right] + 1 + s_1 Fv(n-n_1)}$$

HAUTEUR SAGITTALE.

$$R = \frac{S_2 + (\frac{1}{2}P)^2}{2S}$$

RAYON POSTERIEUR.

Les nouvelles valeurs d'épaisseur, de puissance fronta-
le arrière, de hauteur sagittale et de rayon postérieur sont
utilisées au lieu de l'approximation, lorsque chaque valeur
est recalculée.

Lorsque l'on utilise les formes d'exécution des figures
1 et 2, A a de préférence une valeur de 1,5, B a de préférence
une valeur de 1,7 et le diamètre du porte-lentille P est de
préférence de 10 mm. Les courbes d'étalonnage sont tracées à
partir de données obtenues pendant l'étalonnage de chaque ins-
trument. Ces courbes peuvent montrer qu'il est nécessaire de
corriger Fv et/ou T pour obtenir une précision encore plus gran-
de. La correction nécessaire est fournie par les formules :

$F = bFv + a$, dans laquelle b est la pente de la courbe

-14-

l'étalonnage de puissance et a est l'intersection sur l'axe des y ($x=0$) pour la puissance frontale arrière ajustée, et b' est la pente de la courbe d'étalonnage d'épaisseur et a' est l'intersection avec l'axe des y .

- La figure 5 montre une variante permettant de mesurer le diamètre, et/ou le centrage, d'une lentille de contact hydratée. La lumière provenant de la lampe 42 est déviée par un miroir plan M_6 le long de la ligne médiane d'instrument 29 en direction de l'objectif 19 comprenant les lentilles I et II.
- 10 L'objectif 19 dirige la lumière divergente en direction de la lentille de contact 27 pour former, par suite de la dispersion, un anneau brillant de lumière au bord de la lentille 27.
- Le viseur d'ouverture 7 est disposé sur la ligne médiane d'instrument 29 pour former une image de la lentille éclairée 27
- 15 dans le plan focal de l'oculaire 11 en coopération avec l'unité de télescope 34, le diviseur de faisceau BS et le miroir M_7 . L'oculaire 11 comporte des lentilles X et XI et un réticule R dans son plan focal. Le réticule R peut présenter une échelle classique ou des cercles concentriques d'un écartement donné
- 20 pour déterminer le diamètre de la lentille. On préfère les cercles concentriques car ils facilitent le centrage de la lentille de contact 27 par rapport à la ligne médiane 29.

Le tableau III donne les paramètres d'une forme d'exécution préférée. Les écartements et paramètres qui sont identiques à ceux de la figure 2 sont identifiés par des références formées en ajoutant 200 au nombre correspondant de la figure 2 et les autres écartements et paramètres sont numérotés à la suite à partir de l'ampoule 42.

Les formes d'exécution décrites à titre d'exemples montrent le déplacement unitaire de l'objectif 5 et du miroir M_3 par rapport à la lentille de contact 27 et à l'objectif à fort grossissement fixe 19. Du fait que les microscopes classiques permettent également la mise au point par déplacement de la platine, l'homme de métier comprendra que l'objectif 5 et le miroir

30 M_3 pourraient être fixes et que l'on pourrait déplacer unitairement la lentille 27 et l'objectif à fort grossissement 19. De même, bien que l'on ne préfère pas cette solution, l'objectif 5 et le miroir M_3 pourraient être déplacés indépendamment au lieu de l'être unitairement.

TABLEAU III

| <u>Lentille ou miroir</u> | <u>Rayon</u> (R) | <u>Epaisseur</u> (T) | <u>Ecartement</u> (S) | <u>Indice de Réfraction</u> (ND) | <u>Nombre d'Abbe</u> (v) |
|---------------------------|---|---|--------------------------|---|--|
| M ₆ | ∞ | | S ₂₃₁ = 9 | | |
| | | | S ₂₃₂ = 21 | | |
| I | R ₂₀₁ = ∞ R ₂₀₂ = 30,15 | T ₂₀₁ = 1,35 T ₂₀₂ = 2,6 | | ND ₂₀₁ = 1,7506 ND ₂₀₂ = 1,517 | v ₂₀₁ = 27,8 v ₂₀₂ = 64,5 |
| | R ₂₀₃ = 18,07 | | | | |
| | | | S ₂₀₅ = 3,04 | | |
| II | R ₂₀₄ = 64,369 R ₂₀₅ = ∞ | T ₂₀₃ = 2,4 | | ND ₂₀₃ = 1,517 | v ₂₀₃ = 64,5 |
| | | | S ₂₀₄ = 29,0 | | |

Epaisseur du couvercle = 6,35 ND = 1,517
 Distance entre le couvercle et le porte-lentille = 4,4
 Epaisseur du porte-lentille = 8,3 ND = 1,517

2475222

-15-

2475222

TABLEAU III (Suite)

| <u>Lentille ou miroir</u> | <u>Rayon</u> (R) | <u>Epaisseur</u> (T) | <u>Ecartement</u> (S) | <u>Indice de Réfraction</u> (ND) | <u>Nombre d'Abbe</u> (V) |
|---------------------------|---------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| VIII | $R_{231}=14,355$ | | $S_{233}=116,8$ | | |
| | | $T_{231}=2,5$ | | $ND_{231}=1,498$ | $V_{231}=60,94$ |
| | $R_{232} = \infty$ | | $S_{234}=10,3$ | | |
| | $R_{233}=67,341$ | $T_{232}=1,5$ | | $ND_{232}=1,7506$ | $V_{232}=27,8$ |
| IX | $R_{234}=18,926$ | | | | |
| | | $T_{233}=2,5$ | | $ND_{233}=1,6176$ | $V_{233}=49,8$ |
| | $R_{235}=25,792$ | | $S_{235}=56,9$ | | |
| | $R_{206}=112,702$ | | | | |
| IV | $R_{207}=-72,305$ | $T_{204}=2,5$ | | $ND_{204}=1,573$ | $V_{204}=57,4$ |
| | | | $S_{208}=0,26$ | | |
| | $R_{208}=44,201$ | | | | |
| | $R_{209}=27,735$ | $T_{205}=2,4$ | | $ND_{205}=1,580$ | $V_{205}=41,0$ |

101

TABLEAU III (Suite 2)

| <u>Lentille ou miroir</u> | <u>Rayon</u> (R) | <u>Epaisseur</u> (T) | <u>Ecartement</u> (S) | <u>Indice de Réfraction</u> (ND) | <u>Nombre d'Abbe</u> (V) |
|---------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| BS | ∞ | | S ₂₀₉ =56,2 | | |
| M ₇ | ∞ | | S ₂₃₆ =33,3 | | |
| | | | S ₂₃₇ =74,1 | | |
| | | | S ₂₃₈ =25,1 | | |
| X | R ₂₃₆ =80,15 | T ₂₃₄ =4,6 | | ND ₂₃₄ =1,517 | ν ₂₃₄ =64,5 |
| | R ₂₃₇ =36,05 | | S ₂₃₉ =0,1 | | |
| XI | R ₂₃₆ =19,13 | T ₂₃₅ =6,8 | | ND ₂₃₅ =1,517 | ν ₂₃₅ =64,5 |
| | R ₂₃₇ =-29,57 | T ₂₃₆ =2,5 | | ND ₂₃₆ =1,786 | ν ₂₃₆ =25,5 |
| | R ₂₄₀ = ∞ | | | | |

REVENDEICATIONS

1. Système optique pour la mesure exacte des paramètres d'une lentille de contact souple 27 supportée par un porte-lentille 31 et immergée dans un liquide, ledit système optique ayant une ligne médiane 29 et étant caractérisé en ce qu'il comprend :

- une source 26 de lumière collimatée,
- des moyens M_1 et M_2 pour diriger la lumière depuis ladite source 26 en direction d'un côté de la lentille 27 le long d'une première voie 28 parallèle à la ligne médiane 29 et écartée de cette dernière,
- un premier objectif 5 pour former une image de la lumière sur ladite ligne médiane 29, ledit premier objectif 5 étant sélectivement positionnable sur ladite ligne médiane 29 entre lesdits moyens M_1 , M_2 et la lentille 27.
- un second objectif 19 pour former une image de la lumière sur ladite ligne médiane 29, ledit second objectif 19 étant disposé de l'autre côté de ladite lentille,
- des moyens de rétroréflexion M_3 pour rétroréfléchir la lumière reçue depuis le second objectif 19 le long d'une seconde voie 32, un plan commun à ladite première voie 28, à ladite seconde voie 32 et à ladite ligne médiane 29, ladite ligne médiane 29 étant disposée entre lesdites première et seconde voies 28 et 32, une partie de ladite seconde voie 32 étant parallèle à ladite ligne médiane 29, et
- des moyens de détection 35 pour déterminer le moment où ladite partie 32 est espacée de ladite ligne médiane 29 de la même distance que l'est ladite première voie 28.

2. Système optique selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens permettant un mouvement relatif entre une première unité et une seconde unité, ladite première unité comprenant ledit premier objectif 5 et lesdits moyens de rétroréflexion M_3 et ladite seconde unité comprenant la lentille 27 et ledit second objectif 19.

3. Système optique selon la revendication 1, caractérisé en ce que lesdits moyens de détection comprennent une unité de lentilles de télescope 34, une ouverture A dans le plan focal dudit télescope et un détecteur de lumière 35 pour signaler la formation de l'image 39 de la lumière dans ladite

ouverture A.

4. Système optique selon la revendication 2, caractérisé en ce que ladite première unité 5, M_3 se déplace et en ce que la seconde unité 27, 19 est fixe.

5 5. Système optique selon la revendication 3, caractérisé ce qu'il comprend en outre des moyens permettant un mouvement relatif entre une première unité et une seconde unité, ladite première unité comprenant ledit premier objectif 5 et lesdits moyens de rétro réflexion M_3 et ladite seconde unité comprenant la lentille 27 et ledit second objectif 19.

6. Système optique selon la revendication 5, caractérisé en ce que ledit premier objectif 5 est un objectif de microscope de grossissement 10 fois.

7. Système optique selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend en outre :

- une source de lumière additionnelle 42,
- des moyens 19 pour illuminer l'autre côté de la lentille 27 par de la lumière divergente provenant de ladite source de lumière additionnelle 42,
- 20 - des moyens de formation d'image 7 pour présenter une image de la périphérie de la lentille éclairée sur un réticule R,
- des moyens de repérage sur ledit réticule R pour mesurer le diamètre de la lentille et
- 25 - un oculaire 11 pour observer l'image de la périphérie sur ledit réticule R.

8. Système optique selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'il comprend en outre un support de lentilles III comportant un couvercle 30, un porte-lentille 31 et ayant une distance choisie entre ledit couvercle 30 et ledit porte-lentille 31, en ce que ladite source lumineuse est un laser 26, lesdits moyens comprennent des miroirs M_1 et M_2 , ledit premier objectif comprend un singlet VI formé d'un ménisque positif et un doublet VII positif biconvexe, ledit second objectif comprend un doublet I plan convexe positif et un singlet II convexe plan, lesdits moyens de rétro réflexion sont un miroir plan M_3 , ladite unité de lentilles de télescope comprend un singlet IV biconvexe positif et un singlet V formé d'un ménisque négatif, et lesdits moyens de détection comprennent un diviseur de faisceau BS,

des miroirs M_4 et M_5 et une ouverture A.

9. Système optique selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il présente les paramètres indiqués dans le tableau I.

5 10. Système optique selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il présente les paramètres indiqués dans le tableau II.

11. Système optique selon la revendication 5, caractérisé en ce que ladite source est un laser 26

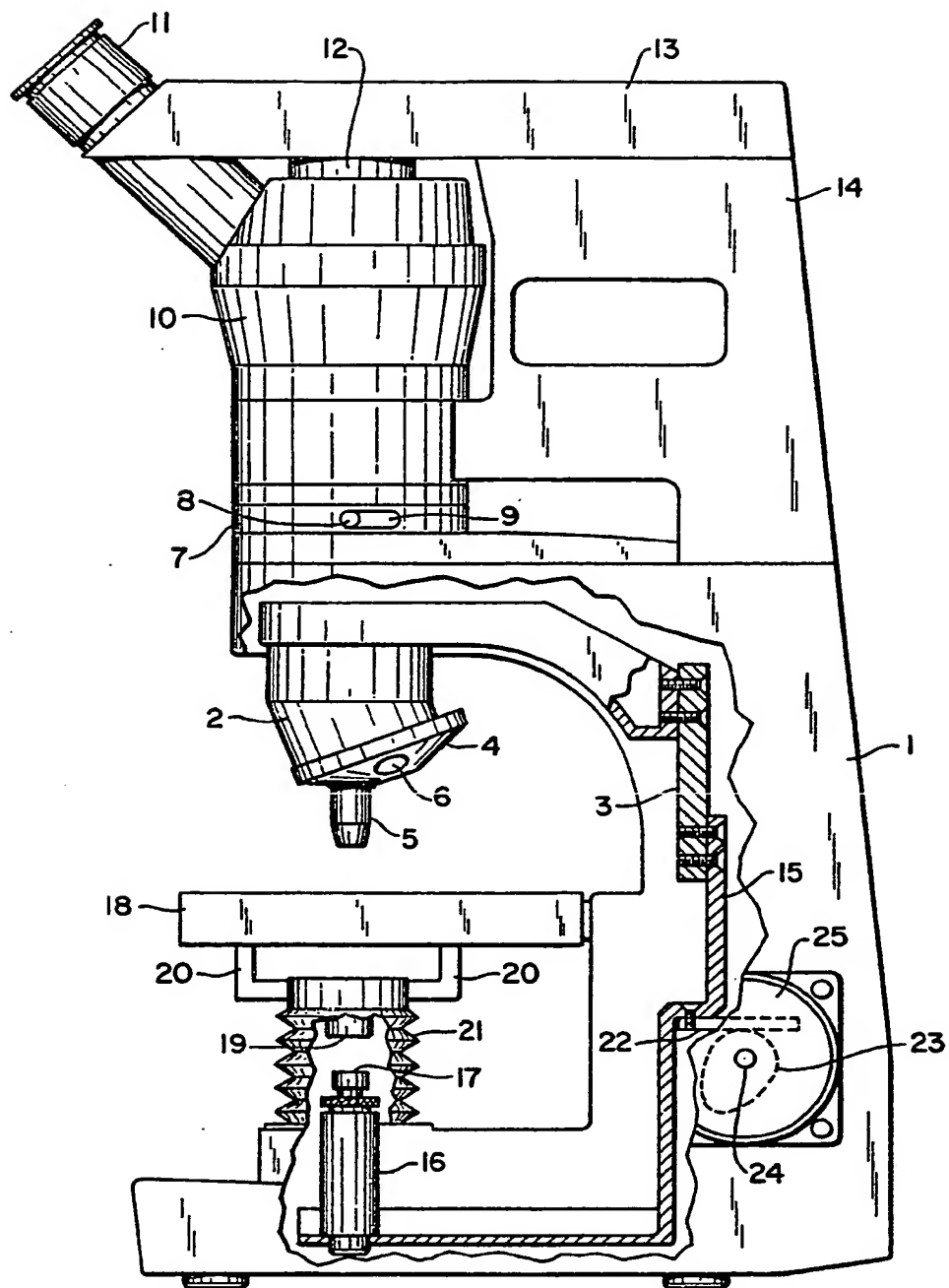


FIG. 1

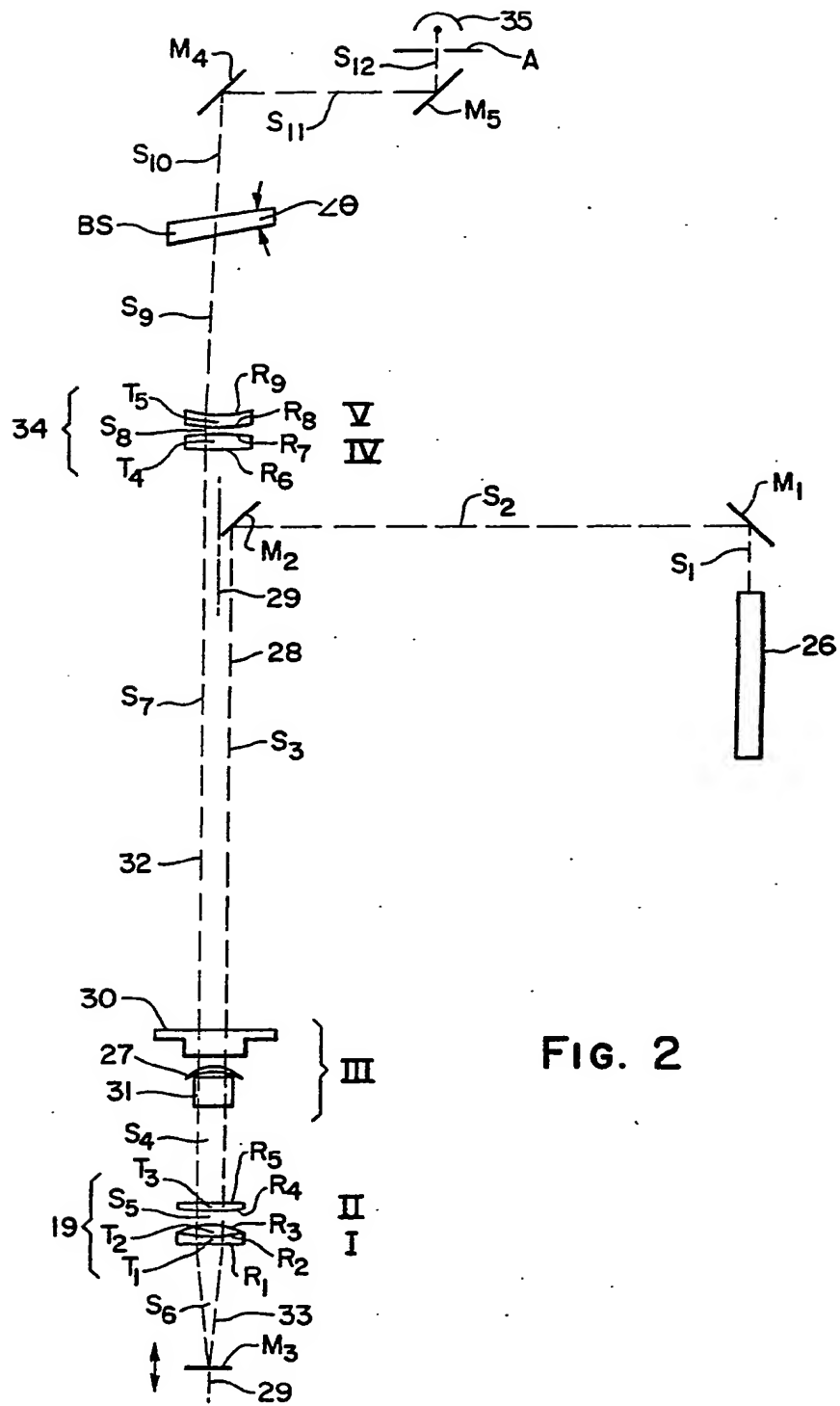
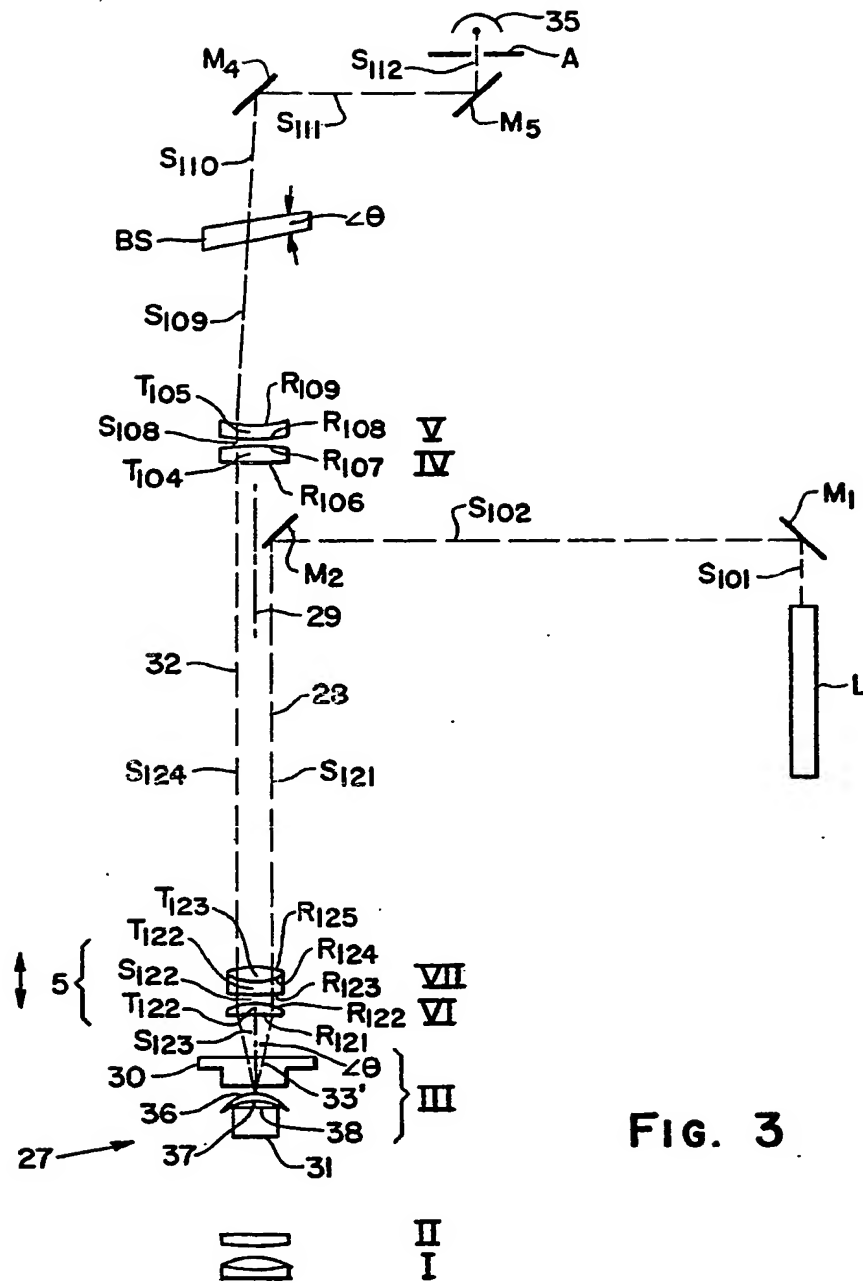


FIG. 2



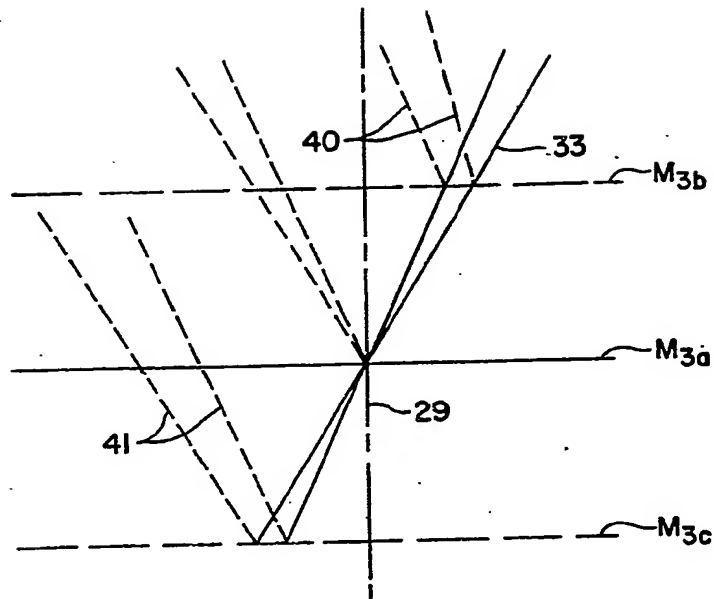


FIG. 4

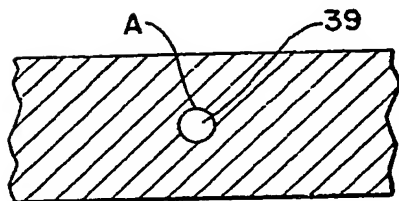


FIG. 4a

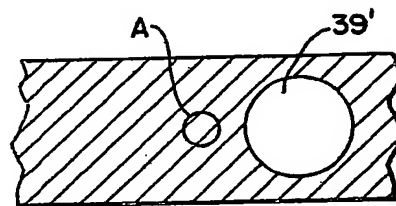


FIG. 4b

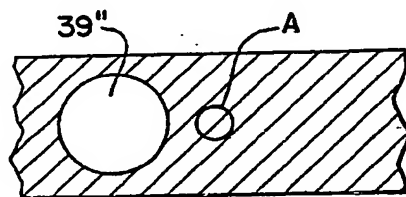


FIG. 4c

